

⑤

Int. Cl. 2:

B 66 C 13/06

⑱ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

DEUTSCHES



PATENTAMT

DE 27 51 823 A 1

⑪

Offenlegungsschrift 27 51 823

⑫

Aktenzeichen: P 27 51 823.6

⑬

Anmeldetag: 19. 11. 77

⑭

Offenlegungstag: 1. 6. 78

⑳

Unionspriorität:

⑫ ⑬ ⑭

29. 11. 76 Schweden 7613326

⑤④

Bezeichnung: Anordnung zur lastschwingungshemmenden Steuerung von Kranen

⑦①

Anmelder: ASEA AB, Västerås (Schweden)

⑦④

Vertreter: Boecker, J., Dr.-Ing., Pat.- u. Rechtsanwalt, 6000 Frankfurt

⑦②

Erfinder: Andersson, Herbert, Västerås (Schweden)

DE 27 51 823 A 1

2751823

Patentanwalt und Rechtsanwalt
Dr.-Ing. Dipl.-Ing. Joachim Boecker

- 10 -

6 Frankfurt/Main 1, 2.11.1977
Rathenauplatz 2-8 B/d 20 402
Telefon: (06 11) *28 23 55
Telex: 4 189 086 itax d

PATENTANSPRUCH:

=====

Anordnung zur lastschwingungshemmenden Steuerung von Kranen, wie Laufkranen, während des Hochziehens der Last, dadurch gekennzeichnet, daß einerseits Glieder (B_2) zur Vorausberechnung der gewünschten Schwingungslage (y) während des Verfahrens der Last und andererseits Glieder (B_3) zur Simulierung der tatsächlichen Schwingungslage (η) und Schwingungsgeschwindigkeit ($\dot{\eta}$) während dieses Verfahrens bei einer bestimmten Seillänge (s) und Seilgeschwindigkeit (\dot{s}) vorhanden sind und daß ein Korrektursignal (ξ) aus den Ausgangssignalen dieser Glieder gewonnen wird, welches als Korrekturwert dem voraus berechneten Beschleunigungssollwert zur Steuerung für die horizontale Bewegung des Krans beigegeben wird.

809822/0711

A S E A AB

Västeras / Schweden

Anordnung zur lastschwingungshemmenden Steuerung von Kranen

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur lastschwingungshemmenden Steuerung von Kranen gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Während eines Anfahrens oder Bremsens möchte man einen Kran mit einer konstanten Beschleunigung steuern, die durch eine Fehlerfunktion korrigiert wird. Ein Schwingen der Last soll auch dann vermieden werden, wenn während des horizontalen Verfahrens der Last die Last gleichzeitig gehoben oder gesenkt wird. Es ist sehr schwierig, das Schwingen der Last innerhalb wirtschaftlich angemessener Grenzen zu messen, um anhand des gewonnenen Meßwertes die Kranbewegung so zu steuern, daß die horizontale Lastgeschwindigkeit beispielsweise beim Erreichen einer bestimmten Endlage im wesentlichen Null ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung der eingangs genannten Art zu entwickeln, bei der zur Erreichung des eben genannten Zieles auf einen Schwingungsmesser verzichtet wer-

2.11.1977
20 402

2751823

- 2 -
3

den kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine Anordnung nach dem Oberbegriff des Anspruches vorgeschlagen, die erfindungsgemäß die im kennzeichnenden Teil des Anspruches genannten Merkmale hat.

Anhand der Figuren soll die Erfindung näher erläutert werden.

Es zeigen

Fig. 1 schematisch die Laufkatze eines Kranes mit einer Last,

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung als Blockschaltbild,

Fig. 3 eine detailliertere Schaltung eines Ausführungsbeispiels gemäß der Erfindung,

Fig. 4 den Zusammenhang zwischen der vorausberechneten und der tatsächlichen horizontalen Lage der Last in bezug auf die Laufkatze als Funktion der Zeit.

Fig. 1 zeigt die Laufkatze 1 eines Krans mit Seil 2 und Last 3, wobei der tatsächlich zurückgelegte Weg der Katze in horizontaler Richtung mit z_T und der vorausberechnete Weg in derselben Richtung mit z bezeichnet ist. \dot{z} bzw. \dot{z}_T und \ddot{z} bzw. \ddot{z}_T bezeichnen in üb-

/3

809822/0711

- 8 -
4

licher Darstellung die vorausberechnete und tatsächliche Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung der Katze.

Wie aus Fig. 1 hervorgeht, hat die Last 3 häufig eine andere tatsächliche und vorausberechnete horizontale Lage als die Katze 1. Diese tatsächliche Lageabweichung wird mit η und die vorausberechnete Lageabweichung wird mit y bezeichnet. Die vorausberechnete Geschwindigkeit der Last ist somit $\dot{z} + \dot{y}$, und die tatsächliche Geschwindigkeit der Last ist $\dot{z}_T + \dot{\eta}$ (siehe Fig. 1).

Man möchte nun einen Sollwert für die Steuerung der tatsächlichen Katzengeschwindigkeit \dot{z}_T gewinnen, der so beschaffen ist, daß bei seiner Einhaltung das eingangs beschriebene schwingungsgehemmte Verfahren der Last erreicht wird. Die Gewinnung dieses Wertes \dot{z}_T geschieht durch das Blockschaltbild gemäß Fig. 2.

Der Zusammenhang zwischen der vorausberechneten und der tatsächlichen Bewegung geht aus Fig. 4 hervor. y bzw. η sind die relativen Lagen der Last 3 im Verhältnis zur Katze 1, und der Abstand zwischen den Nulldurchgängen für den vorausberechneten Wert ist $2\pi \cdot \sqrt{\frac{s_0}{g}}$ (die Zeit für eine ganze Schwingung), wobei s_0 die Seillänge beim Anfahren der Last oder ein mittlerer Wert der Seillänge ist. g ist die Erdbeschleunigung.

/4

- 4 -
5

Die tatsächliche Relativlage η zwischen Last und Katze weicht, wie man sieht, von der vorausberechneten Lage y ab, und aus dem Unterschied zwischen diesen Werten wird ein Korrektursignal ϵ für den Sollwert der Katzgeschwindigkeit gewonnen, so daß dieser $\dot{z}_T = \dot{z} + \epsilon$ wird.

Man möchte auch die Werte für die Relativlagen y bzw. η bzw. die Relativgeschwindigkeitssignale \dot{y} und $\dot{\eta}$ errechnen.

B1, B2, B3, B4 und B5 in Fig. 2 sind verschiedene Funktionsblöcke in einem Ausführungsbeispiel nach der Erfindung. Die Anordnung gemäß Fig. 2 sowie andere Ausführungsbeispiele der Erfindung können analog oder digital arbeiten.

Dem Funktionsblock B1 (Fig. 2) wird ein Wert für die Höchstgeschwindigkeit der Katze v_m und ein gemessener Wert der Seillänge in der Ausgangslage s_0 zugeführt.

Dem Block B2 wird der Wert s_0 und das Ausgangssignal des Blocks B1 zugeführt. Das letztgenannte Signal ist die Katzbeschleunigung \ddot{z} .

Das Ausgangssignal des Blocks B1 ist zu verschiedenen Zeiten (t):

- 5 -
6

$$\ddot{z} = \begin{cases} 0 & \text{für } t < 0 \\ \frac{v_m}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{s_0}} & \text{für } 0 \leq t \leq 2\pi \cdot \sqrt{\frac{s_0}{g}} \\ 0 & \text{für } t > 2\pi \cdot \sqrt{\frac{s_0}{g}} \end{cases}$$

Das Ausgangssignal y des Blocks 2 hat folgende Werte:

$$y = \begin{cases} 0 & \text{für } t < 0 \\ -\frac{v_m}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{s_0}{g}} \left(1 - \cos \left[t \cdot \sqrt{\frac{g}{s_0}} \right] \right) & \text{für } 0 \leq t \leq 2\pi \cdot \sqrt{\frac{s_0}{g}} \\ 0 & \text{für } t > 2\pi \cdot \sqrt{\frac{s_0}{g}} \end{cases}$$

Am Ausgang des Blocks B2 kann sowohl y wie \dot{y} oder eines dieser beiden Signale bereitgestellt werden.

Das Ausgangssignal des Blocks B3 liefert in entsprechender Weise entweder η oder $\dot{\eta}$ oder eines dieser beiden Signale. Im Block B3 werden der gemessene Wert der Seillänge s und der Seilgeschwindigkeit \dot{s} verarbeitet.

η ergibt sich aus der folgenden Differentialgleichung, die von dem Block B3 gelöst wird:

$$\ddot{\eta} + \frac{\dot{s}}{s} \cdot \dot{\eta} + \frac{g}{s} \cdot \eta = -\ddot{z} - \dot{\xi}$$

2.11.1977
20 402

2751823

- 6 -
7

Dem Block B3 werden die Signale $\dot{\xi}$ und \ddot{z} von den Blöcken B4 und B1 zugeführt.

Im Block B4 wird $\dot{\xi}$ aus der Differentialgleichung

$$\dot{\xi} + k \cdot \xi = k (\dot{\eta} - \dot{y})$$

berechnet.

Dem Block B4 werden somit \dot{y} und $\dot{\eta}$ zugeführt oder y und η , die im Block B4 differenziert werden.

Dem Block B5, der die eigentliche Katze ist, wird das Ausgangssignal $\dot{\xi}$ von Block B4 und das Ausgangssignal \ddot{z} vom Block B1 zugeführt. Das Ausgangssignal \dot{z}_T vom Block B5 wird

$$\dot{z}_T = \int (\ddot{z} + \dot{\xi}) \cdot dt,$$

wobei, wie gesagt, \dot{z}_T der Sollwert der tatsächlichen Geschwindigkeit der Katze ist.

Zusammenfassend kann hinsichtlich Fig. 2 gesagt werden, daß die Ausgangsgröße des Blocks B1 den Blöcken B2, B3 und B5 zugeführt wird und die Ausgangsgröße des Blockes B4 den Blöcken B3 und B5 zugeführt wird. Die Ausgangsgrößen der Blöcke B2 und B3 werden

dem Block B4 zugeführt und dort voneinander subtrahiert, oder sie werden zunächst voneinander subtrahiert, und dann wird die Differenz dem Block B4 zugeführt.

Der Anfangswert der Seillänge s_0 oder ein hiermit äquivalenter Wert wird dem Block B2 zugeführt, während die Seillänge s und die Seilgeschwindigkeit \dot{s} dem Block B 3 zugeführt werden. Im Prinzip arbeitet die Anordnung in der Weise, daß die tatsächliche Lage ($z_t + \eta$) der Last 3 versucht, die vorausberechnete Lage ($z + y$) einzunehmen und daß eventuelle Abweichungen zur Bildung eines Korrekturwertes für die vorausberechnete Katzbeschleunigung verarbeitet werden. Da die Anordnung ohne Schwingungsmeßglied arbeitet, erhält man die Schwingungslage durch ein elektronisch arbeitendes Glied (Block E3), welches die Schwingungslage relativ zur Katze simuliert.

Da die Last versucht, eine vorausberechnete Lage einzunehmen und ihren Änderungen zu folgen, muß auch die Katze einer für sie vorausberechneten Lage folgen. Das bedeutet, daß sich sowohl Katze wie Last nach einer unendlich langen Zeit in der richtigen Lage befinden und die richtige Geschwindigkeit haben (siehe auch Fig. 4). Dadurch, daß ein großer Teil der Geschwindigkeit der Katze vorausberechnet ist, wird die für eine annehmbare Lage erforderliche Regelzeit kürzer, als wenn nur der Lagefehler den Verlauf steuern würde.

2751823

- 8 -
9

Das Blockschaltbild gemäß Fig. 2 kann auch für eine entsprechende Anordnung nach Fig. 3 benutzt werden.

Am Eingang 11 wird ein Wert $\frac{v_m}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{s_0}}$ eingespeist. Der Punkt 11 mit seiner Einspeisung bildet den Block B1.

Der Block B2 ist oben in Fig. 3 gezeigt, und diesem werden am Eingang 12 das Signal s_0 sowie das Ausgangssignal \ddot{z} von B1 zugeführt. 13 ist ein Divisionsglied, 14 ein Summierungsglied und 15 ein Multiplikationsglied. Das Ausgangssignal des Summierungsgliedes 14 wird einem integrierenden Verstärker 16 zugeführt, dessen Ausgangssignal $-\dot{y}$ entweder direkt entnommen wird oder in dem integrierenden Verstärker 17 zu dem Wert y integriert werden kann. Das Signal y kann am Ausgang 18 dem Block B2 entnommen werden.

Da man keinen Schwingungsmesser hat, muß die Relativlage η der Last, die man für bestimmte Eingangswerte von s und \dot{s} erhält, simuliert werden, um einen Wert für die tatsächliche Relativlage η am Ausgang 19 zu erhalten.

Der Wert der Seillänge s wird am Eingang 20 und der Wert \dot{s} am Eingang 21 in den Block B3 eingespeist. Das s -Signal wird einem Divisionsglied 22 zugeführt. Gleiches gilt für das Ausgangssignal des Multiplikationsgliedes 23, dem wiederum das g -Signal (bei 24) und das vorausberechnete Lagesignal η zuge-

- 810

führt werden. Das Ausgangssignal des Divisionsgliedes 22 wird $-\frac{\eta \cdot g}{s}$ (nach Vorzeichenumkehr), und dieses Signal wird einem integrierenden Verstärker 25 zugeführt.

Das konstante Beschleunigungssignal $\frac{v_m}{2\eta} \cdot \sqrt{\frac{g}{s_0}}$ wird einem Summierungsglied 26 zugeführt.

25 und 29 bezeichnen integrierende Verstärker, 27 ist ein Divisionsglied und 28 ist ein Multiplikationsglied. Wie bereits erwähnt, ist das Ausgangssignal des Blockes B3 $\dot{\eta}$ und/oder η .

Dem Block B4 wird $\dot{\eta}$ und $-\dot{y}$ zugeführt, und in diesem Block wird die obengenannte Differentialgleichung $\dot{\xi} + k_1 \xi = k_2 (\dot{\eta} - \dot{y})$ gelöst. 30 und 31 sind Summierungsglieder in dem Block B4. 32 ist ein integrierender Verstärker. Vom Block B4 wird $\dot{\xi}$ entnommen, und dieses Signal wird, ebenso wie das Signal \ddot{z} , dem Block B5 (gleich Katze 1) zugeführt. 35 ist ein integrierender Verstärker und 34 ist ein Summierungsglied im Block B5. $\dot{\xi}$ wird am Ausgang 33 des Summierungsglieds 31 im Block B4 entnommen.

Die obenbeschriebenen Anordnungen können analog oder digital arbeiten und sie können im Rahmen des offenbarten allgemeinen Erfindungsgedankens in vielfacher Weise variiert werden.

-M-
Leerseite

20402 P

2.11.1977

Nummer:

27 51 823

Int. Cl.2:

B 06 C 13/06

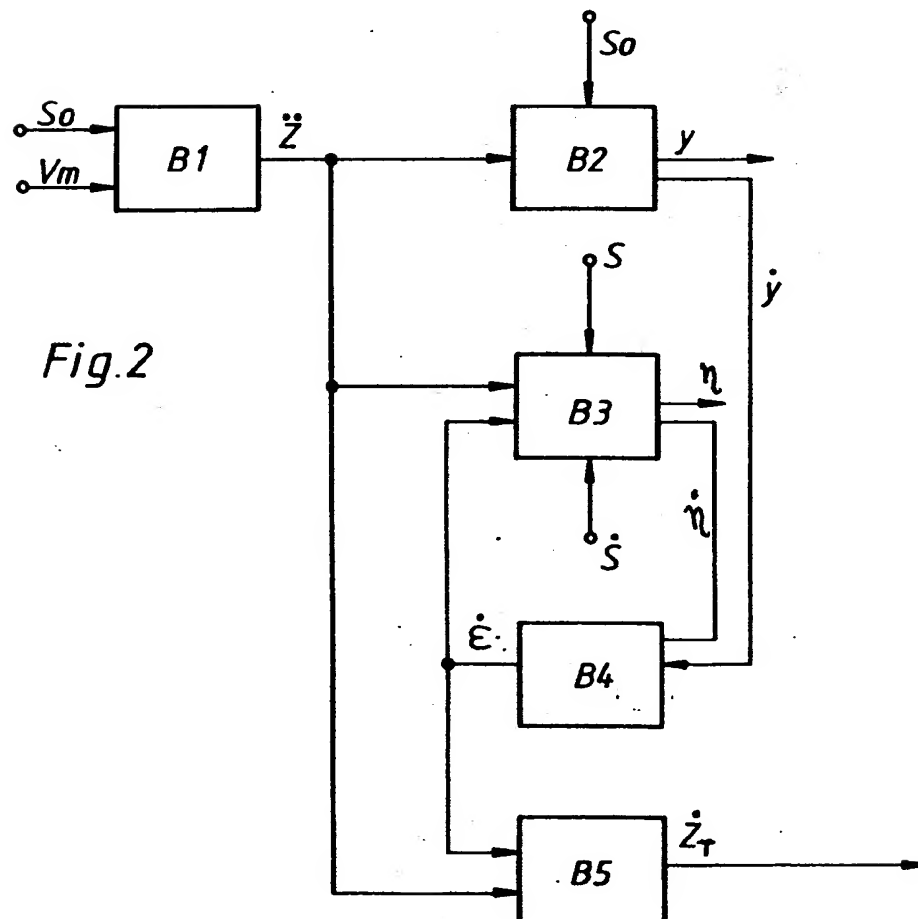
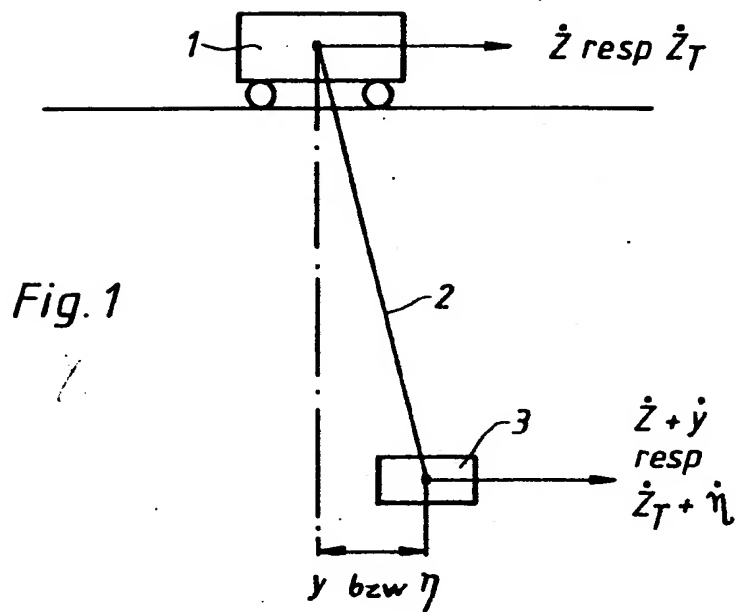
Anmeldetag:

19. November 1977

Offenlegungstag:

1. Juni 1978

2751823 -13-



809822/0711

Fig. 3

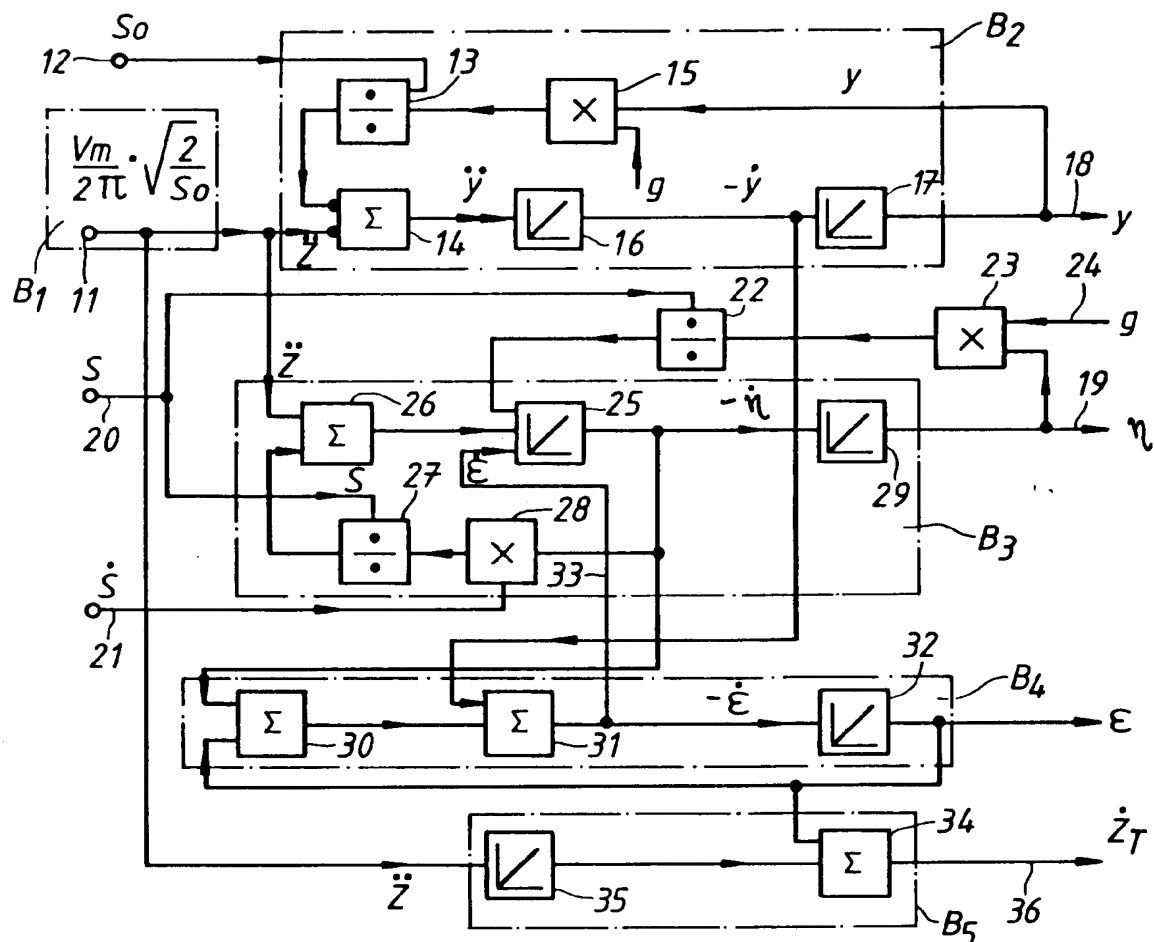


Fig. 4

